27

NOTICE

SUR LES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. FOUQUÉ.

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,
SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1876

NOTICE

SUR LES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. FOUQUÉ.

M. Fouqué a été Élève, puis Préparateur d'Histoire naturelle à l'École Normale supérieure, attaché, depuis le 1er janvier 1869, à l'École pratique des Hautes Études comme répétiteur dirigeant les travaux du laboratoire de Géologie du Collége de France, et enfin, à deux reprises, chargé de la suppléance du cours d'Histoire naturelle des corps inorganiques au Collége de France, une première fois, en 1873-74, avant la mort de M. Élie de Beaumont, une seconde fois, en 1875-76, depuis que M. Ch. Sainte-Claire Deville était devenu titulaire de la chaire.

Aide volontaire de M. Ch. Sainte-Claire Deville en 1861, il accompagna ce savant à l'éruption qui avait lieu au Vésuve. Depuis lors, il a eu l'honneur d'être envoyé en mission scientifique trois fois par l'Académie des Sciences, trois fois par M. le Ministre de l'Instruction publique, et chargé d'observer les dernières éruptions de l'Etna, de Santorin et de Terceira.

Les travaux principaux de M. Fouqué se rattachent à deux branches distinctes de la Géologie.

Les uns ont eu pour objet l'étude des manifestations volcaniques actuelles, et, en particulier, l'examen des produits volatils des éruptions.

Les autres sont des travaux de Pétrologie, science qui, depuis quelques années, a pris un grand essor, grâce à l'introduction de méthodes nouvelles.

Parmi les résultats de la première série de recherches, il y a lieu de signaler la découverte du carbonate de soude et du carbonate d'ammoniaque au nombre des matières volatilisées dans les volcans, puis celle de l'hydrogène au milieu des laves incandescentes. Le fait de la sortie du carbonate de soude dans les fumerolles volcaniques établit positivement la relation qui les lie avec les sources minérales alcalines.

Celle de l'hydrogène libre au centre même du foyer d'une éruption démontre la possibilité de l'existence de véritables flammes dans les cratères des volcans au maximum d'activité, phénomène qui jusqu'alors était universellement contesté par les géologues.

En outre, M. Fouqué, en se livrant à ces études de Géologie chimique, a établi la présence simultanée de l'eau, de l'acide carbonique, des acides chlorhydrique et sulfureux au milieu des sels de soude et de potasse volatilisés au rouge; puis il a constaté la disparition graduelle de ces produits dans l'ordre inverse de leur volatilité, au fur et à mesure de l'abaissement de température. De là il a déduit une explication rationnelle de la loi de variation des émanations volcaniques.

M. Fouqué a analysé les mélanges gazeux provenant des soufrières, des volcans boueux, des terrains ardents et autres évents volcaniques secondaires de l'Italie, de la Grèce, de l'archipel des Açores; il a également étudié ceux des sources de l'Amérique du Nord.

Témoin de deux tremblements de terre à Céphalonie et à Mételin, il en a décrit les circonstances et les effets.

Amené par une découverte fortuite à s'occuper des particularités qui avaient accompagné la formation de la baie de Santorin, il a pu fournir une peinture exacte des mœurs de la population qui habitait l'île au moment de cet événement antéhistorique.

Il a publié deux cartes à l'échelle de 0,0001, l'une de la portion de l'Etna qui a été le siége de l'éruption de 1865, l'autre des laves nouvelles de Santorin.

Ses observations se sont étendues à la portion ancienne de l'archipel

de Santorin; il a détermine les rapports stratigraphiques et l'âge relatif des différentes parties qui les composent.

Par sa seconde série de travaux et par son enseignement au Collége de France, M. Fouqué a été l'introducteur en France des méthodes pétrologiques nouvelles. Il les a développées et leur a donné un plus haut degré de certitude en leur assurant souvent le contrôle de la Chimie. A cet effet, il a mis en œuvre deux procédés découverts par lui, qui permettent, dans beaucoup de cas, d'extraire les minéraux microscopiques figurant comme éléments essentiels dans les roches.

Appliquant ces procédés aux laves, tant anciennes que modernes, de Santorin, il a pu fournir des documents complets sur des matières, d'apparence compacte, dont l'étude eût été impossible autrement.

Il s'en est encore servi pour une étude des silicates volcaniques formés par voie de sublimation.

Enfin il les a également employés pour arriver à la solution de l'une des questions les plus graves et les plus controversées de la Minéralogie, celle de la spécification des feldspaths tricliniques.

Un travail sur la composition de la topaze, une Thèse de Médecine sur un sujet de Physique appliqué à cette science, un Mémoire étendu sur les indices de réfraction des dissolutions salines, complètent la série des œuvres de l'auteur, dont les résultats les plus importants sont exposés ci-après par ordre de date, en rejetant cependant à la fin ceux qui sont étrangers à la Géologie ou à la Minéralogie.

I.

Note sur les pertes que les minéraux éprouvent par la chaleur, spécialement en ce qui concerne le fluor.

(Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, tome XXXVIII, page 317.)

Ce travail a été effectué en collaboration avec M. Henri Sainte-Claire Deville.

Le procédé de recherche expérimentale employé par les auteurs leur a permis de déterminer exactement la composition et la quantité des composés volatils qui s'échappent par la calcination de la plupart des silicates fluorés. En l'appliquant à l'étude chimique de la topaze, ils ont été amenés à admettre le remplacement équivalent à équivalent du fluor et de l'oxygène dans ce minéral, et à expliquer ainsi les variations qu'il présente dans ses propriétés physiques, suivant les gisements d'où il provient. Dans leur hypothèse, la formule de la topaze se simplifie et devient $Al^3 Si^4$.

II.

Analyses des émanations à gaz combustibles de Torre del Greco en 1861.

(Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, tome LV, page 75.)

Ces analyses ont été effectuées en collaboration avec M. Ch. Sainte-Claire Deville et M. Félix Le Blanc; elles démontrent :

1° La présence de l'hydrogène libre et celle du gaz des marais dans les gaz de Torre del Greco;

2° La variation de composition de ces gaz à mesure que l'on s'éloigne des centres éruptifs.

Les analyses qui servent de base à ces conclusions ont eu une certaine importance, parce qu'elles ont constaté, pour la première fois, la présence de l'hydrogène libre dans des émanations en rapport direct avec une éruption proprement dite.

III.

Phénomènes physiques de l'éruption de l'Etna en 1865.

(Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, tome LX, pages 548, 1135, 1185 et 1331; tome LXI, pages 210 et 421; tome LXII, page 1366 (Rapport). — Annales des Missions scientifiques et littéraires, 2e série, tome II, page 321.)

L'éruption de 1865 à l'Etna, commencée dans la nuit du 30 janvier, s'est prolongée pendant cinq mois en décroissant peu à peu d'intensité. M. Fouqué a fait deux séjours à l'Etna d'un mois chacun, l'un au début des phénomènes, l'autre vers la fin, n'ayant pour tout abri, au milieu des neiges, qu'un bloc de lave renversé.

Les principaux faits physiques qu'il y a observés pendant ce temps sont les suivants :

1° Il a pu constater la manière dont le sol s'était ouvert au début de l'éruption, avant que les projections et les coulées de lave aient modifié sensiblement la forme de l'ouverture. Conformément à la loi remarquable indiquée par Gemellaro et développée par Élie de Beaumont, le sol s'était fendu, suivant une ligne presque droite dirigée vers l'axe de la montagne. La déchirure s'était opérée de haut en bas, de manière que, la lave s'écoulant toujours par le point le moins élevé de son orifice de sortie, celui-ci, situé d'abord assez haut, s'est bientôt abaissé jusqu'à un niveau inférieur, qu'il a définitivement occupé jusqu'à l'extinction de toute activité volcanique en ce lieu.

2° L'ouverture du sol s'est opérée non pas seulement par un simple écartement des bords de la fente, mais par un soulèvement de ces bords de chaque côté, de manière à y former comme deux lèvres allongées en saillie de plusieurs mètres.

3° Les projections qui, au premier moment, se sont produites en tous les points de la fissure n'ont pas tardé à se concentrer dans sa partie inférieure, sur un espace d'environ 500 mètres. Chassées d'abord d'un seul côté par un vent d'ouest constant, elles ont formé à l'est de l'ouverture un rempart irrégulier qui s'est complété plus tard du côté opposé lorsque le vent est venu à changer de sens, et ont produit ainsi

une longue enceinte elliptique dans laquelle sept points particuliers ont donné lieu surtout à des détonations violentes. L'intérieur de cette enceinte s'est ensuite subdivisé par l'accumulation des matières projetées retombant dans l'intervalle des points où s'observaient les explosions, et c'est ainsi que se sont formés sept cratères distincts alignés dans une même direction sur le prolongement de la partie supérieure de la fissure restée béante. L'auteur regarde comme général ce mode de production des cratères qui s'ouvrent sur les flancs des volcans, et que l'on désigne sous le nom de *cratères parasites*.

4° Les cratères engendrés de la sorte se sont éteints dans un ordre régulier, les plus élevés les premiers et l'inférieur en dernier lieu, comme la théorie le faisait prévoir.

5° De nombreux courants de lave se sont déversés sur les flancs de la montagne à des distances de 7 à 8 kilomètres de leur point d'origine. Le plan de l'éruption, exécuté par M. Fouqué à l'échelle de 0,0001, montre leur distribution et indique en chaque point les pentes sous lesquelles ils se sont répandus.

6° Après avoir observé les différentes formes de coulées signalées par les géologues qui se sont avant lui occupés de l'étude des volcans et donné de nouveaux détails sur le mode de production des moraines volcaniques, M. Fouqué signale une catégorie particulière de coulées remarquables par leur disposition et par leur mode de production, auxquelles il donne le nom de *coulées par éclusage*. Ces coulées s'ouvrent latéralement à la base des courants principaux, par des ouvertures qui se font brusquement sous l'effort du liquide incandescent qui remplit ceux-ci. Elles sont ordinairement peu étendues. Les laves qui les composent sont cordées, continues et dépourvues de moraines. Elles offrent un contraste frappant avec les laves des courants principaux qui leur ont donné naissance. Leur disposition explique la configuration de beaucoup de coulées de laves anciennes étagées en escalier sur des pentes considérables.

7° Les laves de l'éruption de 1865 ont rencontré dans leur parcours supérieur des arbres séculaires qui se sont trouvés ensevelis au milieu de la matière en fusion. Plusieurs ont été épargnés, grâce au développement d'une mince couche de vapeur d'eau, qui les a isolés, et surtout grâce à la solidification d'un étui de lave qui souvent s'est moulé avec

une exactitude parfaite sur leur écorce. L'auteur a indiqué dans le *Bulletin de la Société géologique* (t. XXIII, p. 170) l'importance de ce fait pour expliquer comment certaines roches très-altérables ont pu souvent se trouver en contact avec des roches ignées sans éprouver aucune modification notable.

IV.

Phénomènes chimiques de l'éruption de l'Etna en 1865.

(Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, tome LXII, pages 616 et 1366. — Annales des Missions scientifiques et littéraires, 2e série, tome III, page 165.)

Les produits rejetés dans les éruptions volcaniques sont, d'une part, la lave sous forme de coulées, de lapilli, de cendres, et, d'autre part, des matières volatiles, mais de volatilité fort inégale, puisque les unes sont gazeuses à la température et sous la pression ordinaires, tandis que d'autres ne peuvent être sublimées qu'à l'aide d'une très-forte chaleur. Les recherches chimiques de M. Fouqué sur les productions de l'éruption de 1865 sont relatives à l'étude de ces deux ordres de substances.

La lave de 1865 a présenté à l'analyse la composition normale des laves basiques. Riche en fer, elle exerçait une forte action sur l'aiguille aimantée ; aussi la déviation magnétique a-t-elle été trouvée par l'auteur fort variable dans l'étendue du champ de l'éruption (de 1 à 18 degrés.

La lave de 1865 a peu varié de composition pendant la durée de son écoulement; cependant, au commencement de son épanchement, elle paraît avoir été bien plus riche en alcalis qu'à la fin. La présence des phosphates, des sulfates alcalins, celle du chlorure de sodium y ont été constatées, ainsi que l'absence du cœsium, du lithium et du rubidium.

L'examen des matières volcaniques volatiles a ensuite fortement fixé l'attention de M. Fouqué. Ces matières s'échappent ordinairement sous forme de fumées plus ou moins transparentes qui ont reçu le nom de *fumerolles*. Très-nombreuses, très-diverses de composition, elles ont été

longtemps regardées comme dépourvues de tout lien entre elles et comme n'offrant aucune relation fixe avec les phénomènes physiques de l'éruption. M. Ch. Sainte-Claire Deville est le premier qui ait montré que la composition des fumerolles et leur température étaient liées l'une à l'autre et qu'elles variaient simultanément en fonction de la distance au centre éruptif et du temps écoulé à partir du début des phénomènes. En contrôlant la composition des fumerolles et déterminant les variations qu'elles subissent, M. Fouqué a réuni des preuves nombreuses de l'exactitude de la loi ainsi posée; puis il s'est efforcé de recueillir des données capables de fournir une explication rationnelle des faits observés; et enfin, dans le laboratoire, il a essayé de les reproduire dans des conditions aussi semblables que possible à celles qui président à leur développement dans la nature. Les faits nouveaux qu'il a mis en lumière sont les suivants :

1° Dans les fumerolles à très-haute température, il a reconnu la présence fréquente du carbonate de soude, sel qui n'avait pas encore été constaté dans les volcans en éruption. Cette découverte explique l'abondance du carbonate de soude dans beaucoup d'eaux minérales des régions volcaniques et justifie l'opinion des savants, qui, depuis longtemps, ont pensé que ce sel ne pouvait être étranger aux manifestations d'origine ignée.

2° Dans ces mêmes fumerolles à très-haute température, il a constaté la présence habituelle de la vapeur d'eau, de l'acide chlorhydrique, de l'acide sulfureux et des sels ammoniacaux regardés jusqu'alors comme uniquement propres aux émanations d'ordre inférieur.

3° Le sulfate de soude et le chlorure de potassium se rencontrent souvent en quantité considérable dans ces fumerolles, dont la chaleur est celle du rouge. Mais ces deux sels y semblent varier d'abondance en sens inverse l'un de l'autre. Près des cratères, le sulfate de soude uni avec une petite quantité de sulfate de potasse est très-abondant; le chlorure de potassium paraît au contraire augmenter de proportion à mesure que l'on s'avance vers l'extrémité des coulées. Après avoir reconnu ces faits, M. Fouqué a cherché à les expliquer en se fondant sur la différence do volatilité des sulfates et des chlorures alcalins, et sur la décomposition des végétaux opérée par les coulées de lave dans leur parcours.

4° A la suite des fumerolles précédentes, qui seules sont assez chaudes pour sublimer les sels alcalins, viennent les fumerolles acides, et, en troisième lieu, les fumerolles alcalines. L'auteur a découvert dans ces dernières la présence du carbonate d'ammoniaque et constaté sûrement que l'alcalinité des fumées tenait bien à l'existence de ce sel et non à une dissociation de chlorhydrate de la même base.

5° Voulant rechercher les conditions naturelles qui peuvent amener la production de la soude caustique, et, par suite, celle du carbonate de soude dans les volcans, il a été conduit à répéter la mémorable expérience de Gay-Lussac sur la décomposition du chlorure de sodium en présence de la vapeur d'eau et des silicates, puis en présence des sulfates, et enfin il a reconnu que même la vapeur d'eau seule décomposait assez facilement, à la chaleur rouge, des proportions très-sensibles de sel marin.

De l'ensemble de ses observations et des expériences auxquelles elles ont donné lieu, il a conclu :

1° Que tous les produits volatils des éruptions volcaniques pouvaient se rencontrer dans les fumerolles d'ordre supérieur, et qu'elles cessaient de se montrer dans les fumerolles d'ordre inférieur à mesure que le degré de chaleur devenait insuffisant pour les volatiliser ou pour favoriser la réaction chimique qui leur donne naissance. Il a ainsi expliqué les caractères particuliers des fumerolles et le lien qui unit la composition de leurs produits et leur température;

2° Que, dans l'état actuel de la Science, toutes les théories des éruptions fondées sur l'existence des réactions chimiques souterraines ne peuvent rendre compte des faits observés, et que les réactions dont on est témoin dans les manifestations volcaniques sont la conséquence et non la cause de celles-ci;

3° Que le fait de la chaleur centrale du globe, joint à l'hypothèse d'une pénétration de l'eau de la mer dans les profondeurs de l'écorce terrestre, suffit pour expliquer tous les phénomènes éruptifs connus jusqu'à ce jour.

V.

Observations dans le val del Bove et au sommet de l'Etna en 1865.

(Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, tome LX, page 1185. — Annales des Missions scientifiques et littéraires, 2e série, tome III, page 165.)

M. Fouqué a constaté en 1865 que les cratères de l'éruption de 1852, qui, pendant plusieurs années, avaient paru complétement éteints, s'étaient récemment ranimés et fournissaient d'abondants dégagements de gaz acides.

Au sommet de l'Etna, il a recueilli plusieurs gaz dont il a fait l'analyse et dans lesquels il a décelé la présence simultanée de l'acide carbonique, de l'acide sulfhydrique et de l'acide chlorhydrique.

VI.

Voyage aux îles Éoliennes.

(Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, tome LX, page 1185; tome LXII, pages 616 et 1366. — Annales des Missions scientifiques et littéraires, 2e série, tome III, page 165.)

A Vulcano et à Stromboli, l'acide carbonique et l'hydrogène sulfuré se rencontrent accompagnés par l'acide chlorhydrique et même par l'acide sulfureux, qui paraît provenir toujours d'une combustion partielle de l'hydrogène sulfuré. Les analyses effectuées par M. Fouqué démontrent :

1° Que l'acide chlorhydrique, dans les émanations des centres volcaniques, est toujours accompagné d'acide carbonique;

2° Que la proportion d'acide chlorhydrique, qui peut aller à plus de 70 pour 100 dans les fumerolles très-chaudes, diminue à mesure que la température s'abaisse, et que l'acide carbonique devient de plus en plus prédominant jusqu'à ce qu'enfin il reste seul ou seulement mélangé d'azote;

3° Que la proportion de l'hydrogène sulfuré diminue aussi par rap-

part à l'acide carbonique et à l'azote quand la température s'abaisse; l'examen des gaz de Panaria recueillis par l'auteur démontre encore le même fait.

Enfin, entre Panaria et Stromboli, il a pu récolter en pleine mer un gaz composé d'acide carbonique associé à des proportions variables d'oxygène et d'azote.

VII.

Excursion autour de la Sicile.

(Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, tome LX, page 1185; tome LXII, pages 616 et 1366. — Annales des Missions scientifiques et littéraires, 2e série, tome III, page 165.)

Cette excursion a eu pour but l'étude des gaz naturels de l'île. Des gaz à éléments combustibles ont été recueillis par M. Fouqué dans cinq localités : San-Biagio, Paterno, Palici, Girgenti, Santa-Venerina. De leur analyse il a tiré les conclusions suivantes :

1° Tous ces gaz sont constitués des mêmes éléments, sauf un seul, celui de Santa-Venerina, qui possède en plus de l'acide sulfhydrique dans sa composition;

2° Tous renferment de l'hydrogène libre, du gaz des marais, sans aucun carbure plus carburé que ce dernier;

3° Tous contiennent de l'azote libre;

4° Dans les trois premiers, l'élément très-prédominant est l'acide carbonique; dans les deux autres, c'est le gaz des marais.

Comme ces cinq gaz naturels ne présentaient en 1856 aucune trace d'hydrogène libre dans leur composition, et que l'apparition de l'hydrogène s'y est produite pendant une période d'excitation du grand volcan de la Sicile, M. Fouqué se croit en droit de conclure que, dans les émanations hydrogénées, l'apparition de l'hydrogène libre correspond à un accroissement d'intensité éruptive.

Des gaz dépourvus d'éléments combustibles ont été recueillis, en outre, par l'auteur à Valcorente, à San-Biagio, à la Valencella, à Limozina et à Segeste. Les trois premiers ont été trouvés composés d'acide carbonique, et les deux autres d'azote presque pur.

VIII.

Excursion au Vésuve et à la solfatare de Pouzzoles. Gaz des bords du golfe de Naples.

(Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, tome LX, page 1185; tome LXII, page 616 et 1366. — Annales des Missions scientifiques et littéraires, 2e série, tome III, page 165.)

L'excursion faite par M. Fouqué, en 1865, au Vésuve et à la solfatare a eu pour objet principal la détermination du degré d'activité de ces centres d'émanations. Les gaz qui ont été recueillis alors ont fourni, pour ainsi dire, à l'analyse la mesure de ce degré. Au Vésuve, il y avait recrudescence, dégagement abondant d'acide chlorhydrique; à la solfatare, au contraire, on constatait un affaiblissement des phénomènes ordinaires et une prédominance marquée de l'acide carbonique par rapport à l'hydrogène sulfuré.

Les gaz des bords du golfe de Naples se rencontrent à Castellamare, à Torre del Greco, à Chiatamone, à Santa-Lucia et à la Grotta di Zolfo.

Ceux de Castellamare se dégagent de plusieurs bassins d'eaux minérales. Examinés en 1861, ils s'étaient présentés comme composés d'acide carbonique et d'azote avec de petites quantités d'hydrogène sulfuré. En 1865, ils ne contenaient plus que des traces de ce dernier gaz.

Les quatre autres gaz, très-riches en acide carbonique, renferment en outre dans leur composition de petites quantités de gaz combustibles.

Les observations auxquelles ils ont donné lieu ont été résumées comme il suit à la fin de la Note qui renferme le détail de leurs analyses :

1° Tous contiennent de l'hydrogène bicarboné et aucun ne renferme d'hydrogène libre;

2° Ils renferment d'autant plus d'hydrogène bicarboné par rapport au gaz des marais que le lieu de leur dégagement est plus éloigné du pied du Vésuve;

3° Le gaz de Torre del Greco, qui, en 1861, au moment de l'érup-

tion du Vésuve, contenait de l'hydrogène libre, n'en présente plus trace; mais il renferme, en revanche, une petite quantité de bicarbure d'hydrogène qui n'y existait pas à cette époque.

De là M. Fouqué conclut de nouveau que, parmi les produits hydrogénés qui se dégagent dans les volcans, la tendance au décroissement d'intensité éruptive se manifeste par la diminution ou la disparition de l'hydrogène libre et par l'intervention d'un carbure d'hydrogène plus riche en carbone que le gaz des marais. Mais ce carbure est-il bien véritablement du gaz oléfiant, comme l'indique l'énoncé précédent? M. Fouqué est porté actuellement, d'après ses travaux plus récents, à en douter et à croire plutôt qu'il a eu affaire à de l'hydrure d'éthyle. La faible proportion de l'élément plus carburé que le gaz des marais dans les mélanges gazeux des bords du golfe de Naples, ainsi que la petite différence de composition centésimale du gaz oléfiant et de l'hydrure d'éthyle, excuse facilement le doute.

Ces recherches sur l'Etna et le Vésuve ont été réunies par l'auteur dans un Mémoire qui, soumis à l'examen d'une Commission de l'Académie, a été jugé digne d'être inséré dans le *Recueil des Mémoires des Savants étrangers*.

IX.

Premier voyage à Santorin (mission de l'Académie des Sciences).

(Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, tome LXII, pages 796, 896 et 1187, année 1866.)

L'éruption de Santorin venait de débuter lorsque M. Fouqué y fut envoyé par l'Académie des Sciences. Les faits les plus remarquables qu'il lui a été donné de signaler sont :

1° Le développement des centres éruptifs sous forme d'îlots, émergeant du fond de la mer, composés exclusivement de fragments entassés, provenant de la solidification sur place de la lave épanchée beaucoup plutôt que de l'accumulation des matières projetées ou que des débris de l'ancien sol;

2° La formation de crevasses profondes parallèles entre elles, décou-

pant l'ancien sol de Nea-Kameni dans l'intervalle des deux foyer d'éruption principaux, et indiquant l'existence souterraine d'une fissure linéaire semblable à celles qui se produisent constamment dans les volcans terrestres au début des éruptions;

3° La production dans une partie de Nea-Kameni d'un soulèvement de plusieurs mètres d'amplitude et l'affaissement d'une autre portion de l'îlot de Nea-Kameni, où plusieurs constructions se sont enfoncées au-dessous du niveau de la mer (ces divers mouvements ont été lents);

4° La formation de coulées identiques à celles des volcans terrestres aussitôt que les laves épanchées ont leur surface au-dessus du niveau de l'eau et la terminaison sous une pente considérable de leurs coulées aboutissant à la mer;

5° La nature essentiellement feldspathique des laves nouvelles, leur ressemblance avec certaines obsidiennes imparfaites;

6° La production subite d'un petit cratère d'explosion en un point où la température avait été peu à peu en augmentant pendant les journées qui avaient précédé le phénomène de projection;

7° La constitution des fumerolles identique à celle des volcans terrestres;

8° Le développement considérable des flammes dues à la combustion de gaz hydrogénés au contact des laves incandescentes;

M. Fouqué a recueilli ces gaz et les a analysés. Il a trouvé qu'ils étaient composés de proportions variables d'hydrogène libre, de gaz des marais, d'acide carbonique, d'azote et d'hydrogène sulfuré, et que l'hydrogène y entrait en proportions d'autant plus grandes qu'ils avaient été pris en des points plus chauds et plus rapprochés des centres éruptifs.

Ces analyses démontrent rigoureusement l'existence des flammes dues à la combustion de gaz hydrogénés dans les éruptions volcaniques, fait qui jusqu'alors était, sinon nié absolument, au moins mis fortement en doute par les géologues les plus expérimentés.

L'étude des gaz ainsi recueillis montre encore la variation considérable et rapide que subit la composition d'un dégagement gazeux volcanique dans le cours d'une éruption. Tel gaz, qui représentait 30 pour 100 d'hydrogène libre à l'origine des phénomènes éruptifs de Santorin, n'en renfermait plus trace quelques semaines après et se trouvait presque entièrement composé d'acide carbonique.

En dehors de l'étude du nouveau volcan de Santorin, M. Fouqué s'est livré, en collaboration avec un savant académicien, M. de Verneuil, qui l'avait accompagné, à l'examen de la constitution géologique des falaises qui environnent la baie. Ils y ont reconnu ensemble l'existence de 66 dykes de lave, dont ils ont déterminé la position, la direction et la nature.

X.

Excursions à Méthana, à Sousaki et à Milo.

(Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, tome LXII, page 1121.)

A Methana, M. Fouqué a recueilli et analysé le gaz d'une source d'eau minérale; il a constaté que l'acide carbonique en était l'élément à peu près exclusif. De plus, il a retrouvé le lieu de l'éruption décrite par Strabon, et constaté qu'il existait en ce lieu un cratère fort régulier, formé par une lave essentiellement feldspathique, comme les trachytes anciens de la même région.

A Sousaki, il a observé de puissants dégagements d'acide carbonique mêlé d'une petite quantité d'hydrogène sulfuré en des points où la température du sol s'élève jusqu'à près de 100 degrés, signalé la liaison de ces émanations avec d'anciennes éruptions de serpentine qui se voient dans les mêmes ravins et indiqué la transformation des calcaires en gypses, qu'elles ont opérée sur une grande échelle et qu'elles effectuent encore de nos jours.

A Milo, il a étudié un grand nombre de dégagements gazeux naturels, qu'il a trouvés formés presque entièrement d'acide carbonique avec un peu d'hydrogène sulfuré et d'azote, et dont il a noté la température. Il a été témoin de la manière dont les dépôts de soufre s'y produisent par décomposition de l'hydrogène sulfuré au contact de l'air et a reconnu la formation par la même cause de l'acide sulfurique qui imprègne et altère les roches traversées par les émanations.

Il a constaté l'introduction et le dépôt par voie humide de la silice dans les roches volcaniques de l'île, phénomène qui, autrefois, y a présenté une bien plus grande importance qu'aujourd'hui, mais dont

les faits actuels peuvent rendre compte. Enfin il a réuni les matériaux d'une carte géologique de l'île, qu'il se propose de publier plus tard.

XI.

Second voyage à Santorin (mission du Ministère de l'Instruction publique).

(Annales des Missions scientifiques et littéraires, 2e série, tome IV, page 223.)

Dans ce second voyage, M. Fouqué a observé les progrès faits par l'éruption pendant le cours de l'année qui venait de s'écouler, il a recueilli des gaz, des matières salines, des silicates cristallisés formés par voie de sublimation. Une découverte fortuite, opérée dans l'île de Therasia qui horde la baie à l'ouest, a particulièrement appelé l'attention de l'auteur sur le mode de formation de la baie de Santorin. Des constructions venaient d'être trouvées à la fin de 1866 au-dessous du tuf ponceux. M. Fouqué y a fait pratiquer des fouilles et reconnu positivement :

1° Que ces constructions appartenaient à des habitations et non à des sépultures;

2° Que le tuf dont elles étaient recouvertes n'avait subi aucun bouleversement, aucun remaniement, qu'elles étaient, par conséquent, antérieures à l'éruption qui avait creusé la baie;

3° Qu'elles avaient été élevées pendant l'âge de la pierre et habitées par des hommes dont il a pu décrire les mœurs, le genre de vie, en s'appuyant sur l'examen des vases et des instruments qu'ils ont laissés.

Quelques semaines plus tard, il découvrait lui-même dans l'île de Santorin, mais cette fois au-dessus du tuf ponceux, des vases et des instruments identiques à ceux de Therasia. Il en a conclu :

1° Que l'île de Santorin, après la grande éruption qui a creusé la baie, a été repeuplée par une population peu différente de sa population primitive;

2° Qu'il a existé alors une navigation développée dans cette portion du bassin de la Méditerranée.

En somme, les recherches effectuées par M. Fouqué sur ce sujet éclairent d'un jour nouveau un événement géologique considérable, et montrent que l'homme en a été le témoin et la victime alors qu'il n'y avait pas encore d'histoire.

XII.

Tremblements de terre de Céphalonie et de Mételin.

(Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, tome LXVI, pages 326 et 681. — Annales des Missions scientifiques et littéraires, 2e série, tome IV, page 445.)

Les deux tremblements de terre de Céphalonie et de Mételin étant survenus pendant la durée du second séjour de l'auteur à Santorin, il s'est rendu aussitôt dans ces deux îles, où il a parcouru pas à pas les parties ruinées, notant en chaque point l'étendue et la gravité des désastres ainsi que la direction des secousses.

Il a constaté :

1° Que les deux tremblements de terre avaient été locaux, que, dans chacune des deux îles, une portion des districts avait été épargnée;

2° Que, dans les deux cas, les secousses avaient offert des directions rayonnant à partir d'un centre où le tremblement de terre avait présenté son maximum d'intensité, et où les secousses avaient affecté tous les caractères d'un choc vertical de bas en haut.

3° Il a appelé l'attention sur la situation remarquable des deux centres d'ébranlement, qui sont placés sur un grand cercle (dodécaédrique rhomboïdal) déjà nommé antérieurement, par M. Élie de Beaumont, *axe volcanique de la Méditerranée*, puisqu'il passe par les principaux foyers volcaniques du bassin méditerranéen.

Amené ensuite secondairement à discuter la cause des courants marins qui s'engouffrent sur la côte de Céphalonie, il a cru pouvoir conclure de l'analyse des circonstances de leur production, qu'ils étaient dus à un mélange souterrain d'eau douce avec l'eau salée dans la branche

ascendante d'un appareil naturel analogue à celui qui est connu en physique sous le nom de *vase communiquant.*

XIII.

Éruption de Terceira (Açores) en 1867 *(mission de l'Académie des Sciences).*

(Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, tome LXV, page 674; tome LXVI, page 915.)

M. Fouqué est arrivé aux Açores quelques semaines seulement après le début de l'éruption; déjà les phénomènes violents du début avaient cessé; le seul reste de l'éruption était un dégagement de gaz s'opérant en mer, à l'ouest de l'île de Terceira, près de l'emplacement du récent foyer volcanique. Le gaz que l'auteur y a recueilli, soumis à l'analyse, a présenté dans sa composition des proportions notables d'hydrogène et de gaz des marais, mélangés avec de l'acide carbonique et de l'azote.

On peut déduire de là et de ce qui a été vu à Santorin que la présence d'éléments combustibles dans les mélanges gazeux vomis par les volcans en activité paraît être la loi générale dans le cas des éruptions sous-marines.

De plus, le très-grand excès de gaz des marais par rapport à l'hydrogène dans un gaz exhalé, comme celui-ci, au déclin d'une éruption, justifie le rang assigné précédemment par l'auteur à ces deux gaz dans l'échelle de la volcanicité.

Quant à l'eau de mer recueillie sur le lieu du dégagement, elle a présenté des différences notables dans la proportion des matières salines et dans celle des gaz tenus en dissolution, suivant qu'elle avait été prise près de la surface ou à une grande profondeur. L'eau provenant du fond était remarquable par la grande quantité de sulfates alcalins qu'elle renfermait, par sa richesse en acide carbonique et par sa faible teneur en oxygène, circonstances qui s'expliquent parfaitement si l'on suppose au fond de l'eau un dégagement des matières volatiles habituellement rejetées par les volcans.

XIV.

Excursions géologiques dans les îles de Terceira, de Fayal, de Pico et de Saint-Michel.

(Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, tome LXV, pages 965, 968, 1050 et 1153.)

Les recherches géologiques effectuées par M. Fouqué, dans les quatre îles des Açores qu'il a visitées, comprennent :

1° L'examen des nombreux dégagements d'acide carbonique plus ou moins mélangé d'hydrogène sulfuré qui s'observent à Terceira, à Pico et à Saint-Michel;

2° L'étude des cratères des éruptions à lave basique, celle de leurs coulées avec leurs galeries souterraines garnies de stalactites d'origine ignée;

3° L'observation des grands cirques connus sous le nom de *caldeiras*, à parois taillées à pic vers l'intérieur, composées généralement de laves essentiellement feldspathiques (laves acides), et l'examen de leurs coulées dont les allures diffèrent entièrement de celles des laves basiques.

XV.

Recherches sur la composition de cinq gaz provenant des sources de pétrole de l'Amérique du Nord.

(Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, tome LXVII, page 1045.)

Les gaz qui ont fait l'objet de ce travail proviennent des localités suivantes : Pioneer-Run, Fredonia, Petrolia, Rogers-Gulch et Burning-Springs. Ils ont été rapportés d'Amérique par M. Foucou, ingénieur distingué qui a publié différents ouvrages sur la question des pétroles. Leur composition est fort variée. Quand on les soumet à l'analyse eudiométrique, le volume du gaz traité étant pris pour unité, la con-

densation varie de 2 à 3 et la quantité d'acide carbonique produite de 1 à 3. Mais tous ces mélanges gazeux ont un caractère commun : leur partie combustible se comporte comme un mélange de gaz de la série $C^{2n}H^{2n+2}$. Les gaz de cette série, quelles que soient les proportions de leurs mélanges, satisfont toujours à la relation suivante :

$$2A - 3V = C,$$

V désignant le volume de l'un de ces mélanges, A la condensation produite par la combustion dans l'eudiomètre avec un excès d'oxygène, et C le volume d'acide carbonique produit. De plus, lorsqu'on les traite par un dissolvant quelconque, la partie qui se dissout, aussi bien que celle qui échappe à l'absorption, satisfait encore à la même relation, et cela quelle que soit la proportion du dissolvant employé. Les gaz de la série $C^{2n}H^{2n+2}$ sont les seuls dont les mélanges remplissent ces conditions ; elles en sont donc tout à fait caractéristiques.

Or, dans le cas échéant, les cinq gaz examinés satisfont toujours à la relation ci-dessus indiquée, soit qu'on les analyse avant tout traitement par les absorbants, soit qu'on les ait traités préalablement par l'alcool et par l'eau, et qu'on analyse les résidus insolubles ou les gaz extraits des dissolutions.

Ne connaissant pas les coefficients de solubilité des gaz les plus carburés de la série $C^{2n}H^{2n+2}$, et n'ayant à sa disposition qu'un appareil d'absorption imparfait, l'auteur n'a pas cherché à pousser plus loin la détermination des éléments du mélange. Il a donc simplement :

1° Établi la composition élémentaire de ces mélanges naturels ;

2° Démontré que leur partie combustible était exclusivement composée de gaz de la série $C^{2n}H^{2+n2}$;

3° Recherché quel était le plus carburé de ces gaz entrant en proportions notables dans la composition de chacun d'eux, et établi dans tous la présence du moins carburé, le gaz des marais.

XVI.

Gaz à éléments combustibles des Apennins et des lagonis de la Toscane.

(Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, tome LXIX, page 946.)

Ce travail a été fait en colloboration avec M. Gorceix, Membre de l'École d'Athènes, que M. Fouqué avait été chargé d'initier aux méthodes employées pour recueillir et analyser les gaz volcaniques.

M. Fouqué et M. Gorceix se sont rendus ensemble dans les Apennins et y ont visité un grand nombre de localités signalées par des dégagements de gaz combustibles, et désignées, suivant les conditions physiques qu'on y observe, sous les noms de *terrains ardents*, de *fontaines ardentes*, de *volcans boueux*, de *salzes*, etc. Plusieurs de ces évents avaient été explorés par Volta et par Spallanzani à la fin du siècle dernier, et les gaz qui s'y dégagent avaient été l'objet d'observations remarquables et d'expériences multipliées de la part de ces deux illustres savants. Mais, depuis lors, la Chimie a fait de tels progrès, que les auteurs du présent travail ont cru pouvoir utilement reprendre cette étude et effectuer rigoureusement des analyses qui n'avaient pu être faites auparavant qu'avec un degré de précision insuffisant. En même temps, ils ont étendu leurs recherches à plusieurs autres sources du même pays non étudiées jusqu'à présent au point de vue de la composition de leurs émanations, et continué les recherches commencées plusieurs années auparavant par d'autres savants sur les gaz des lagonis de la Toscane.

Les conclusions de leur travail sont les suivantes :

1° Le gaz des marais est l'élément hydrogéné essentiel de tous les dégagements gazeux combustibles des Apennins.

2° L'hydrogène libre y fait partout complétement défaut.

3° Un seul de ces gaz, celui de Sassuno, présente avec le gaz des marais une proportion notable d'hydrure d'éthyle. Ce gaz de Sassuno montre le lien de composition qui existe entre les gaz des Apennins et ceux des puits pétrolifères de l'Amérique du Nord.

4° A Pietra-Mala, ils ont constaté la présence du pétrole liquide en quantité considérable, dans l'argile qui compose le sol sur le lieu du dégagement.

5° Dans tous ces mélanges gazeux naturels, ils ont démontré, par l'analyse et par l'emploi de la méthode absorptiométrique, l'absence absolue de tout carbure d'hydrogène étranger à la série $C^{2n}H^{2n+2}$.

6° Ils ont indiqué la distribution de ces diverses sources de gaz sur deux lignes parallèles à la direction de la partie voisine des Apennins, et éloignées l'une de l'autre d'environ 30 kilomètres.

7° Ils ont établi que les apparences diverses des bouches qui leur donnent issue tenaient surtout aux conditions physiques du sol environnant bien plutôt qu'à leur composition propre.

8° Des analyses opérées par eux, ils ont déduit la preuve de l'infériorité industrielle probable des gisements de pétrole de l'Italie comparés à ceux de l'Amérique, et déterminé le point des Apennins où les entreprises d'exploitation du pétrole offraient le plus de chances de succès.

9° Ils ont trouvé que les gaz recueillis aux lagonis de la Toscane présentaient des compositions très-peu différentes de celles que MM. Ch. Sainte-Claire Deville et Félix Le Blanc leur avaient reconnues en 1857; que l'hydrogène libre y existait encore en grande quantité et à peu près dans les mêmes conditious qu'autrefois.

10° Ils ont indiqué la composition du gaz de Serrazzano, qui n'avait pas été étudié avant eux, et montré son analogie avec ceux de Lago, analysés précédemment.

XVII.

Étude des gaz volcaniques recueillis à Santorin en 1867.

(Comptes rendus de l'Académie des Sciences, tome LXXI, page 902, séance du 19 décembre 1870.)

Les gaz recueillis à Santorin, en 1867, étaient, pour la plupart, des gaz combustibles, riches en hydrogène libre. L'analyse de l'un d'eux provenant de l'extrémité d'une coulée, au point où elle plongeait dans

la mer, a offert cette particularité remarquable, qu'elle a fait constater, dans le mélange gazeux soumis à l'expérience, la présence simultanée de l'oxygène et de l'hydrogène, libres l'un et l'autre (21 pour 100 d'oxygène et 56,7 pour 100 d'hydrogène). Ces gaz ne peuvent provenir, dans de telles conditions, que de la dissociation de la vapeur d'eau sous l'influence de la haute température des laves. Leur dégagement subit, au contact de l'eau froide de la mer, explique comment ils sont demeurés en présence sans se recombiner. C'est là un exemple curieux de dissociation chimique opéré naturellement.

XVIII.

Second voyage aux Açores. Résultats généraux de l'analyse des sources geyseriennes de l'île de San-Miguel.

(Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. LXXVI, p. 1361.)

Dans ce voyage, M. Fouqué s'est occupé spécialement de l'étude des eaux minérales de Furuas, dans l'île de San-Miguel. Il a recueilli ces eaux et en a fait l'analyse, ainsi que celles des sédiments qu'elles déposent. Dans quelques-unes, il a trouvé de l'acide sulfurique libre et de la silice dissoute en proportions notables. Dans les sédiments, il a reconnu la présence d'une grande quantité de silice gélatineuse. Les autres sels en dissolution dans ces eaux sont identiques à ceux que l'on recueille en conduisant les fumées des évents volcaniques à haute température.

En outre, M. Fouqué a complété les études géologiques commencées lors de son précédent voyage, et a fait de nouveau l'ascension du pic de Pico, dont il a photographié le cône terminal, remarquable par la structure des laves qui le composent.

ÉTUDES DE PÉTROLOGIE.

Introduction de la pétrologie microseopique en France.

Depuis quinze ans, l'emploi du microscope, dans l'étude des roches, a fait entrer la pétrologie dans une phase nouvelle. Jusque-là, cette science, relativement peu développée, était considérée comme une branche secondaire de la Géologie. Actuellement, grâce aux travaux de Sorby, en Angleterre, de Zirkel, de Rosenbusch et d'une foule d'autres observateurs en Allemagne, elle a acquis à l'étranger un développement extraordinaire. Dans toutes les universités de l'Allemagne et de l'Autriche, de vastes laboratoires ont été créés, et les recherches de pétrologie occupent une place considérable dans les Recueils scientifiques de ces pays.

M. Fouqué a introduit ces méthodes en France; il a fondé au Collége de France une collection de préparations microscopiques de roches comprenant plus de deux mille échantillons, et a fait de ces études l'objet du cours qu'il a professé dans l'année 1875-76.

XIX.

Découverte de deux procédés pour l'extraction des minéraux microscopiques des roches.

(Recueil des Mémoires des Savants étrangers, tome XXII, n° 11.)

Frappé des incertitudes que laisseut souvent les procédés microscopiques, lorsqu'ils sont employés exclusivement, M. Fouqué a voulu les contrôler par l'analyse chimique, et, pour cela, il a cherché à extraire les minéraux microscopiques des roches. Ce but est celui que

Cordier s'était proposé au début de ses travaux, et qu'il n'a cessé de poursuivre pendant sa longue et glorieuse carrière.

Les procédés qu'il avait proposés n'étaient que difficilement applicables; ils exigeaient une habileté particulière et n'ont pu être employés efficacement que dans des cas exceptionnels.

Les deux procédés imaginés par M. Fouqué sont, au contraire, d'une application étendue et facile.

Le premier consiste dans l'emploi d'un électro-aimant puissant animé par une forte pile, lequel enlève tous les éléments ferrugineux d'une roche réduite en grains pulvérulents et isole les cristaux dans la composition desquels il n'entre pas de fer, et notamment les feldspaths.

Le second consiste dans l'emploi de l'acide fluorhydrique concentré, que l'on verse sur la roche réduite en grains pulvérulents. Les éléments ordinaires des roches volcaniques se dissolvent dans l'ordre suivant : la matière amorphe, les feldspaths, l'olivine, le fer oxydulé, le pyroxène et l'amphibole. L'opération se fait très-rapidement, et, suivant le moment où on l'arrête, on obtient tel ou tel résidu cristallin. Rien n'est plus aisé que d'obtenir le péridot, le pyroxène, l'amphibole et le fer oxydulé à l'état de cristaux isolés.

La Notice dans laquelle ont été décrits les deux procédés ci-dessus a été jugée par l'Académie des Sciences digne de figurer dans le *Recueil des Mémoires des Savants étrangers*.

Ces procédés ont été depuis lors appliqués par M. Fouqué dans toutes les recherches lithologiques qu'il a entreprises, et ils ont été également mis en œuvre avec succès par divers savants en France et à l'étranger.

XX.

Sur les inclusions vitreuses renfermées dans les feldspaths des laves de Santorin.

(Comptes rendus de l'Académie des Sciences, tome LXXVII, page 1322, séance du 1er décembre 1873.)

Dans ce travail, M. Fouqué appelle l'attention sur deux faits principaux : le premier est la présence habituelle d'une auréole vitreuse in-

colore, distincte, autour de chaque inclusion; le second est la distribution inégale de la matière colorante amorphe dans l'intérieur même de l'inclusion. La matière colorante s'y accumule en effet, souvent en figures régulières, soit qu'elle se trouve réunie en petits globulites, soit qu'elle affecte l'apparence de plages de teinte uniforme. Les dispositions de ce genre indiquent une première tendance à la cristallisation.

XXI.

Étude d'une ponce du Vésuve.

(Comptes rendus de l'Académie des Sciences, tome LXXIX.)

La ponce en question vue à l'œil nu et même à la loupe paraît complétement amorphe. En la traitant par l'acide fluorhydrique, M. Fouqué en a extrait, à l'état de cristaux isolés et purs, du feldspath, du pyroxène, de l'amphibole, du péridot, du mica magnésien, du fer oxydulé. Il a montré, en outre, que les vacuoles de cette ponce étaient tapissées de cristaux d'amphigène d'une extrême petitesse.

XXII.

Examen des laves de l'éruption récente de Santorin.

(Recueil des Mémoires des Savants étrangers, tome XXII, n° 11.)

M. Fouqué a extrait le feldspath apparent dans ces laves, le pyroxène et le fer oxydulé qui ne s'y observent guère qu'au microscope, et a fait l'analyse de ces minéraux. Contrairement à l'opinion de géologues éminents, qui avaient considéré le feldspath en question comme monoclinique, il a reconnu qu'il était triclinique et possédait la composition du labrador. Il a montré ainsi la présence du labrador dans une roche dont la matière amorphe est très-siliceuse et dont les microlithes feldspathiques sont formés par de l'albite.

Des opérations analogues, effectuées sur des blocs enclavés dans

cette roche, lui ont permis d'extraire le feldspath qui y prédomine et qui est de l'anorthite, le pyroxène, le péridot et le fer oxydulé.

Le pyroxène de ces enclaves est essentiellement différent de celui de la roche enclavante.

XXIII.

Étude des nodules à oligoclase des laves de la dernière éruption de Santorin.

(Comptes rendus de l'Académie des Sciences, tome LXXXI, séance du 2 août 1875.)

Des études semblables ont été faites sur d'autres blocs renfermés dans les laves de Santorin et constitués par une lave à grains fins, à feldspath oligoclase.

Ainsi M. Fouqué a fait voir que, dans la lave rejetée par la dernière éruption de Santorin et dans ses enclaves, on trouve les quatre feldspaths tricliniques : l'albite, le labrador, l'oligoclase, l'anorthite.

XXIV.

Note sur la wollastonite, la fassaïte et le grenat des laves de Santorin.

(Comptes rendus de l'Académie des Sciences, tome LXXX, séance du 15 mars 1875.

Les laves de Santorin se sont montrées riches en druses cristallines. Les cristaux extrêmement petits qui tapissent ces cavités ont été formés par transport moléculaire d'éléments chimiques dont la plupart ne sont pas volatils. Ce sont des silicates dont les éléments composants ont été entraînés à très-haute température par la vapeur d'eau ou les gaz volcaniques. Ces silicates paraissent s'être déposés et avoir cristallisé dans les points où la température avait commencé à s'abaisser.

Des produits de ce genre se rencontrent fréquemment dans les laves anciennes de la Somma ; on en a trouvé aussi dans les laves récentes

du Vésuve. Ils ont été l'objet n'études attentives de la part des plus éminents minéralogistes, particulièrement de Secchi en Italie, de von Rath en Allemagne, de Des Cloizeaux et Damour en France.

M. Fouqué a entrepris pour Santorin ce que ces savants avaient exécuté pour le volcan napolitain. Parmi les silicates cristallisés de cette provenance, dont il avait recueilli sur place de nombreux échantillons, il a trouvé plusieurs feldspaths, plusieurs variétés de pyroxène, de composition et de formes cristallines différentes, du péridot, du sphène, de la wollastonite, du grenat; il en a effectué l'analyse et déterminé les propriétés physiques. Il a contribué ainsi à faire connaître une catégorie de minéraux dont le mode de formation est extrêmement remarquable.

XXV.

Recherches minéralogiques et géologiques sur les laves des dykes de Thera.

(Comptes rendus de l'Académie des Sciences, tome LXXXIII, séance du 15 mai 1876.)

Les dernières recherches pétrographiques, publiées par M. Fouqué, se rapportent à l'étude des laves anciennes de la partie septentrionale de Thera. Dans cette portion de l'île, soixante-six dykes sillonnent verticalement la falaise; l'examen détaillé des roches qui les composent a exigé plusieurs années de travail, et a conduit aux conclusions suivantes :

1° Les roches des dykes de Thera, bien qu'identiques d'aspect, appartiennent à deux genres de laves distincts. Dans les unes, le feldspath dominant est le labrador; dans les autres, c'est l'anorthite. A cette diversité dans la nature des feldspaths correspondent d'autres différences minéralogiques constantes.

2° Ces produits volcaniques ont été rejetés à l'air libre; ils ont succédé à des laves et à des tufs d'origine sous-marine, dont la constitution minéralogique et chimique est entièrement différente.

3° Contrairement à l'opinion admise jusque-là, M. Fouqué a démontré qu'il existe à la fois plusieurs feldspaths tricliniques dans la plupart des laves.

4° M. Fouqué signale l'abondance de la tridymite dans les laves de Thera, indique les conditions de son gisement et en déduit la preuve que ce minéral a été formé à très-haute température, sous l'influence de l'eau emprisonnée dans les vacuoles de la roche.

5° Partant de l'examen de la structure microscopique des échantillons étudiés, il établit que chaque lave, au moment de son écoulement, possède déjà tous les cristaux qu'on y observe après solidification complète. La fluidité de la roche est uniquement due à la fusion de la matière amorphe.

6° Un éminent géologue de Vienne, le professeur Tschermak, avait émis l'opinion que tout feldspath triclinique est un composé chimique d'albite et d'anorthite. Cette manière de voir, appuyée sur des considérations sérieuses, faisait disparaître du rang des espèces minéralogiques les deux feldspaths tricliniques les plus répandus, l'oligoclase et le labrador. M. Fouqué a montré que, dans chaque cas particulier où l'on avait cru avoir affaire à un feldspath unique de composition complexe, on s'était trouvé en réalité en face d'un mélange physique de plusieurs espèces feldspathiques tricliniques distinctes. Il a donc ainsi sapé par la base l'argument principal dont on s'était servi pour éliminer les deux feldspaths tricliniques intermédiaires du cadre des espèces reconnues. Il a donc ainsi contribué à résoudre l'une des questions fondamentales de la Minéralogie.

XXVI.

Étude topographique du cône et des laves de l'éruption de Santorin (troisième voyage à Santorin et mission du Ministère de l'Instruction publique).

(Annales de Géologie, année 1876.)

A son dernier voyage à Santorin, dans l'automne de 1875, M. Fouqué a fait une étude spéciale de la topographie du volcan; il a publié une Carte des laves nouvelles à l'échelle de $\frac{1}{10000}$ et donné une description détaillée de la formation des coulées, de la configuration des cratères.

En outre, il a effectué des sondages dans la baie et déterminé la forme d'un cône volcanique sous-marin dont la cime pourra être avantageusement employée comme lieu d'ancrage pour les navires. Enfin il a relevé à la chambre noire la coupe fournie par la falaise de la grande île, sur une longueur de plus de 15 kilomètres, et fait ainsi une étude stratigraphique complète de cette région.

Attaché depuis un an à la Carte géologique de France, M. Fouqué a été chargé, sur la proposition de M. Jacquot, directeur du service, de l'exécution de la Carte géologique du Cantal. Il a consacré plusieurs mois à des excursions dans la partie centrale du massif volcanique principal du département, et compte l'été prochain achever la Carte de ce massif et de ses contre-forts.

RECHERCHES DE PHYSIQUE.

Les travaux effectués par M. Fouqué en dehors du domaine de la Géologie sont au nombre de deux :

1° Une Thèse pour l'obtention du grade de Docteur en Médecine, intitulée : *Recherches sur un mode particulier d'emploi du thermomètre en Médecine;*

2° Un Mémoire inséré dans les *Annales de l'Observatoire impérial*, ayant pour titre : *Détermination de l'indice de réfraction des dissolutions salines à des températures variées, comprises entre zéro et* 150 *degrés, et recherches sur les relations qui existent entre la composition, la densité et le pouvoir réfringent des dissolutions salines.*

XXVII.

Mode particulier d'emploi du thermomètre en Médecine

(Thèse de Médecine, 1858.)

Les faits principaux à signaler dans cette Thèse sont l'emploi des thermomètres à fond plat, pris à une température fixe et appliqués sur la peau, de manière à y subir une élévation de température plus ou moins rapide, et la détermination du temps qui s'écoule jusqu'au moment où la température du thermomètre devient stationnaire. Tandis que la température finale d'un thermomètre mis en contact avec la peau varie peu chez les différents individus, la rapidité du réchauffement des thermomètres à fond plat, appliqués comme nous venons de le dire, varie considérablement d'une personne à une autre. Les courbes indiquant la marche du réchauffement sont très-différentes les unes des autres, surtout dans les cas de maladie, et leur considération peut servir, dans certains cas, comme un élément précieux de diagnostic. Ainsi, par exemple, d'une manière générale, leur courbure paraît bien plus prononcée dans les inflammations que dans les fièvres.

XXVIII.

Mémoire sur les indices de réfraction des dissolutions salines.

(Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, tome LXIV, page 666. — Annales de l'Observatoire impérial, année 1867.)

Ce Mémoire est le résultat d'un travail de deux années passées dans les caves de l'Observatoire et effectué à l'aide d'instruments appartenant à cet établissement. La purification des sels employés, le titrage et la détermination de la densité de leurs dissolutions ont été opérés dans le laboratoire de Géologie du Collége de France.

Dans la mesure des indices de réfraction, la déviation mesurée a été celle des raies de l'hydrogène et celle de la raie *d* du sodium.

Dans les expériences à basse température, M. Fouqué a tiré un grand parti de la lumière des tubes de Geissler, dont il s'est servi pour lire la graduation du cercle mesureur et celle des thermomètres, sans avoir à craindre d'élévation notable de température. Les expériences à températures plus ou moins élevées ont été faites à l'aide d'une étuve percée de deux fenêtres fermées par des glaces à faces parallèles et traversées par des courants de vapeur d'eau, d'alcool, d'esprit-de-bois, d'éther ou de sulfure de carbone, de manière à obtenir des températures constantes. Elles ont porté sur cent vingt-trois dissolutions différentes et sur quelques liquides carburés.

Les résultats numériques consignés dans ce Mémoire conduisent aux conclusions suivantes :

1° L'indice de réfraction des liquides varie considérablement avec la température. Dans l'intervalle compris entre 10 et 95 degrés, la variation de l'indice, pour les dissolutions salines, atteint toujours le chiffre des centièmes.

2° La variation de l'indice est d'autant plus grande pour une même élévation de température que la liqueur est plus concentrée.

3° Le pouvoir réfringent de toutes les dissolutions salines diminue quand la température s'élève. Le coefficient moyen, qui représente cette variation du pouvoir réfringent, diminue le plus souvent quand le degré de concentration d'une dissolution augmente; quelquefois il reste stationnaire; d'autres fois, au contraire, il augmente aussi.

4° La dispersion diminue quand la température s'élève; la différence entre les indices des raies α et β du spectre de l'hydrogène diminue d'environ 0,003 entre les limites de 10 à 95 degrés, pour l'eau et les dissolutions aqueuses. La diminution semble plus grande pour les dissolutions concentrées que pour les dissolutions étendues.

5° A une même température, le pouvoir réfringent des dissolutions d'un même sel est d'autant moindre que ces dissolutions sont plus concentrées. Pour chaque sel dissous, le maximum du pouvoir réfringent est égal à celui de l'eau distillée, qui est 0,7812 à la température de 4 degrés. A mesure que la concentration augmente, le pouvoir réfringent va sans cesse en diminuant; mais la diminution se fait plus ou moins rapidement, et des dissolutions également concentrées sont loin d'avoir le même indice.

Les dissolutions de chlorure de lithium présentent à cette règle une notable exception. Elles possèdent un pouvoir réfringent supérieur à celui de l'eau distillée, et d'autant plus grand que les dissolutions de ce sel présentent un plus haut degré de concentration. De plus, ces dissolutions, contrairement à celles de tous les autres sels examinés, ont un coefficient de dilatation inférieur à celui de l'eau distillée, qui change très-peu pour des variations considérables dans le titre des liqueurs.

6° Biot et Arago ont établi que le pouvoir réfringent d'un mélange gazeux était égal à la somme des pouvoirs réfringents des gaz simples qui entrent dans la composition du mélange; de telle sorte que, si l'on désigne par P le poids d'un mélange de deux gaz, par N son indice, par D sa densité, et si l'on appelle p, n, d, p', n', d' le poids, l'indice et la densité de chacun des éléments du mélange, on a

$$p\frac{n^2-1}{d} + p'\frac{n'^2-1}{d'} = \mathrm{P}\frac{\mathrm{N}^2-1}{\mathrm{D}}.$$

M. Fouqué s'est assuré que cette formule ne pouvait s'appliquer rigoureusement aux dissolutions salines, qu'elle était seulement satisfaite approximativement, et qu'employée ainsi elle pouvait cependant fournir encore, pour chaque sel, un nombre assez voisin de celui qui représente son pouvoir réfringent déterminé directement.

3349 PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.